

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP5021846
Publication date: 1993-01-29
Inventor(s): TAMAKI MASATO; others: 02
Applicant(s): TOYODA GOSEI CO LTD
Requested Patent: ☐ JP5021846
Application Number: JP19910201306 19910716
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP3136672B2

Abstract

PURPOSE: To eliminate an irregularity in a light emission at a position of a blue light emission region of a light emitting diode of GaN compound semiconductor and to improve the light emission intensity.

CONSTITUTION: A light emitting diode 10 has an electrode 7 of an i-type layer 5 and an electrode 8 of a high carrier concentration n^{++} type layer 3 on the same side, and the electrode 8 of the layer 3 is so formed that a distance between the electrodes is made substantially equal on the periphery of the electrode 7 of the layer 5. Thus, currents flowing between the electrodes of the diode 10 can be made substantially equal irrespective of the position of the light emission region. Accordingly, an irregularity in the light emission of the blue light emission region of the diode 10 can be eliminated to improve the light emission intensity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(11)特許出願公開 号

特開平5-21846

(43)公開日 平成5年(1993)1月29日

(51) In_2Cl_6

識別記号

厅内整理番号

FI

技術表示箇所

H O I L 33/00

C 8934-4M

E 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平3-201306

(22)出願日

平成3年(1991)7月16日

(71)出願人 000241463

費用合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

(72)發明者 田牧 真人

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 小滝 正宏

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 森 正樹

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

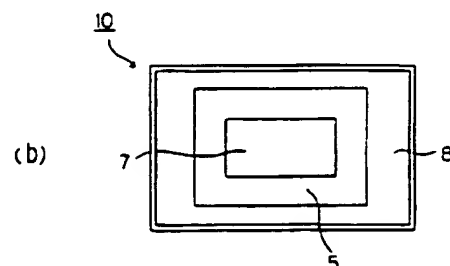
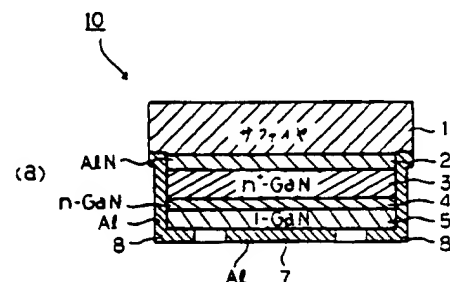
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【目的】 GaN 系の化合物半導体の発光ダイオードの青色の発光領域の部位における発光ムラをなくし、その発光強度を向上させること。

【構成】 発光ダイオード１０は同一面側に i 層５の電極７と高キャリア濃度 n^+ 層３の電極８とを有し、 i 層５の電極７の周囲で電極間距離がほぼ等しくなるように高キャリア濃度 n^+ 層３の電極８が形成されている。これにより、発光ダイオード１０の電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができ、従って、発光ダイオード１０の青色の発光領域における発光ムラをなくすることができると共に発光強度を向上させることができる。



R006798

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $X=0$ を含む) から成るn層と、p型不純物を添加したi型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $X=0$ を含む) から成るi層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、同一面側に前記n層の電極と前記i層の電極とを有し、一方の電極の周囲に他方の電極を形成したことを特徴とする半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、青色の発光ダイオードとしてGaN系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイヤ基板上に直接又は窒化アルミニウムから成るバッファ層を介在させて、n導電型のGaN系の化合物半導体から成るn層を成長させ、そのn層の上にp型不純物を添加してi型のGaN系の化合物半導体から成るi層を成長させた構造をとっている(特開昭62-119196号公報、特開昭63-188977号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、図7に示すように、発光ダイオード60のi層の電極67はi層上に直接、又、n層の電極68はi層の一部に設けられた孔内を利用してAlなどの金属をそれぞれ蒸着して形成されている。この発光ダイオード60の発光強度を向上させるには、その発光領域がi層の電極67の上部及びその近傍に位置していることから、i層の電極67の電極面積をなるべく大きくすれば良いことが知られている。ところで、上述の理由により発光ダイオード60のi層の電極67の電極面積が大きく取られるため、i層の電極67とn層の電極68との電極間距離が発光領域の部位により大きく違ってしまふことになる。そして、発光ダイオード60の電極67、68は、はんだバンプを介してリードフレーム70のリード部材71、72などにボンディングされ接合されている。すると、上記リードフレーム70のリード部材71、72にて発光ダイオード60に供給される電流は、i層の電極67とn層の電極68との電極間距離が近い抵抗の少ない部分をより多く流れることになる。従って、発光ダイオード60は発光領域において発光ムラが生じることになる。このような発光ダイオード60の発光状態においては、i層の電極67の電極面積を大きく形成したにも拘わらず余り発光強度が向上しないという問題があった。

2

【0004】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、GaN系の化合物半導体の発光ダイオードの青色の発光領域の部位における発光ムラをなくし、その発光強度を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、n型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $X=0$ を含む) から成るn層と、p型不純物を添加したi型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $X=0$ を含む) から成るi層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、同一面側に前記n層の電極と前記i層の電極とを有し、一方の電極の周囲に他方の電極を形成したことを特徴とする。

【0006】

【作用及び効果】 同一面側にn層の電極とi層の電極とを有し、一方の電極の周囲に他方の電極が形成される。これにより、発光ダイオードの青色の発光領域における発光ムラをなくすことができた。即ち、発光ダイオードのn層の電極とi層の電極との電極間距離をほぼ等しくできるため、それら電極間に流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができる。この作用により、発光ダイオードは青色の発光強度が向上した。

【0007】

【実施例】 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係る発光ダイオード10を示し、図1(a)は縦断面図、図1(b)は電極側から見た平面図である。図1(a)において、発光ダイオード10は、サファイヤ基板1を有しており、そのサファイヤ基板1に500ÅのAlNのバッファ層2が形成されている。そのバッファ層2の下には、順に、膜厚2.2μmのGaNから成る高キャリア濃度n⁺層3と膜厚1.5μmのGaNから成る低キャリア濃度n層4が形成されており、更に、低キャリア濃度n層4の下に膜厚0.1μmのGaNから成るi層5が形成されている。そして、i層5の中央部に接続するアルミニウムから成る電極7が形成されている。又、図1(b)に示すように、電極7の周囲で電極間距離をほぼ等しくして高キャリア濃度n⁺層3に側面から接続するアルミニウムから成る電極8が形成されている。

【0008】 次に、この構造の発光ダイオード10の製造工程について、図2、図3及び図4を参照して説明する。上記発光ダイオード10は、有機金属化合物気相成長法(以下、MOVPEと記す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、NH₃とキャリアガスH₂とトリメチルガリウム($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$) (以下、TMGと記す)とトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$) (以下、TMAと記す)とシラン(SiH_4)とジエチル亜鉛(以下、DEZと記す)である。まず、有機洗浄及

3

び熱処理により洗浄したa面を主面とする単結晶のサファイヤ基板1をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧でH₂を流速2 l/分で反応室に流しながら温度1100℃でサファイヤ基板1を気相エッチングした。次に、温度を400℃まで低下させて、H₂を20 l/分、NH₃を10 l/分、TMAを1.8×10⁻⁴モル/分で供給して500Åの厚さのAlNから成るパフファ層2を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20 l/分、NH₃を10 l/分、TMGを1.7×10⁻⁴モル/分、H₂で0.86ppmまで希釈したシラン(SiH₄)を200ml/分の割合で30分間供給し、膜厚2.2μm、キャリア濃度1.5×10¹⁸/cm³のGaNから成る高キャリア濃度n⁺層3を形成した。続いて、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、H₂を20 l/分、NH₃を10 l/分、TMGを1.7×10⁻⁴モル/分の割合で20分間供給し、膜厚1.5μm、キャリア濃度1×10¹⁸/cm³のGaNから成る低キャリア濃度n層4を形成した。次に、サファイヤ基板1を900℃にして、H₂を20 l/分、NH₃を10 l/分、TMGを1.7×10⁻⁴モル/分、DEZを1.5×10⁻⁴モル/分の割合で1分間供給して、膜厚0.1μmのGaNから成るi層5を形成した。このようにして、図2(a)に示すような多層構造が得られた。次に、図2(b)に示すように、図2(a)の多層構造のウェーハに対して太い刃物(例えば、250μm厚)を用いたダイシングによりi層5から低キャリア濃度n層4、高キャリア濃度n⁺層3、パフファ層2、サファイヤ基板1の上面一部まで格子状に所謂ハーフカットにて切り込みを入れる。次に、図2(c)に示すように、試料の上全面及び側面(垂直面)に、試料の回転を伴うアルミニウムの蒸着によりAl層11を0.3μmの厚さに形成した。そして、そのAl層11の上にフォトレジスト12を塗布して、フォトリソグラフィにより、そのフォトレジスト12が高キャリア濃度n⁺層3及びi層5に対する電極部が残るように、所定形状にパターン形成した。

【0009】次に、図3(d)に示すように、フォトレジスト12をマスクとして下層のAl層11の露出部を硝酸系エッチング液でエッチングし、フォトレジスト12をアセトンで除去し、i層5の電極7を形成した。尚、図4は、この工程完了状態におけるウェーハを上から見た平面図を示す。次に、図3(e)に示すように、細い刃物(例えば、150μm厚)を用いたダイシングによりAl層11が蒸着されたサファイヤ基板1を切り離して個片とし、高キャリア濃度n⁺層3の電極8を形成した。このようにして、図1に示すMIS(Metal Insulator Semiconductor)構造の窒化ガリウム系発光素子を製造することができる。

【0010】そして、発光ダイオード10は電極7、8に形成されたはんだバンプを介して、図5に示すように、リードフレーム20のリード部材21、22に接合

4

される。すると、i層5の電極7はその周囲に形成された高キャリア濃度n⁺層3の電極8との電極間距離がほぼ等しいことになる。即ち、発光ダイオード10の電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができる。従って、発光ダイオード10の青色の発光領域における発光ムラをなくすることができると共に発光強度を向上させることができた。又、本実施例の発光ダイオード10においては、高キャリア濃度n⁺層3に接続するようにアルミニウムにて側面を覆って電極8が形成されている。このため、i層5の電極7の上部及びその近傍に位置している発光領域から側面側に逃げようとする光が上方に反射されることになり、更に、発光ダイオード10の発光強度が向上される。

【0011】図6は本発明に係る他の実施例である発光ダイオード30を示し、図6(a)は縦断面図、図6(b)は電極側から見た平面図である。尚、上述の発光ダイオード10と同じ層構造から成るものについては同じ符号を付してその説明を省略する。この発光ダイオード30においては、上述の図2(a)に示す多層構造のウェーハに対して、i層5とその下の低キャリア濃度n層4と高キャリア濃度n⁺層3の上面の一部をドライエッチングして孔を形成し、その試料の上全面に蒸着によりAl層を形成した。そして、Al層をエッチングして高キャリア濃度n⁺層3の電極38、i層5の電極37を形成した。すると、図6(b)に示すように、高キャリア濃度n⁺層3の電極38はその周囲に形成されたi層5の電極37との電極間距離がほぼ等しいことになる。即ち、発光ダイオード30の電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができる。従って、発光ダイオード30の青色の発光領域における発光ムラをなくすることができると共に発光強度を向上させることができた。又、上述の発光ダイオード30の電極配置とは反対に、i層5の電極をi層5の中央部にできるだけ広範囲に形成し、その周囲に上述と同様にドライエッチングして高キャリア濃度n⁺層3まで到達するような溝を形成し、高キャリア濃度n⁺層3の電極を形成する。この時、高キャリア濃度n⁺層3の電極とi層5の電極との電極間距離をほぼ等しくする。すると、この発光ダイオードにおいても電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができ、同様の効果が得られることになる。尚、この発光ダイオードにおける発光領域は、i層5の電極の上部及びその近傍である中央部分となり、上述の発光ダイオード30では周囲部分である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードを示した構成図である。

【図2】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程を示した縦断面図である。

【図3】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程を示

5

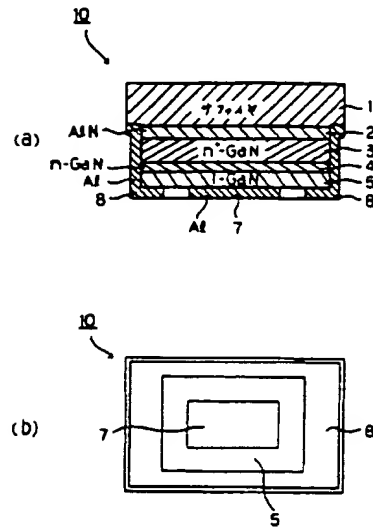
した図2に続く縦断面図である。

【図4】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程の途中におけるウェーハの状態を示した平面図である。

【図5】同実施例に係る発光ダイオードとリードフレームとの接合状態を示した部分縦断面図である。

【図6】本発明に係る発光ダイオードの他の実施例を示した構成図である。

【図1】



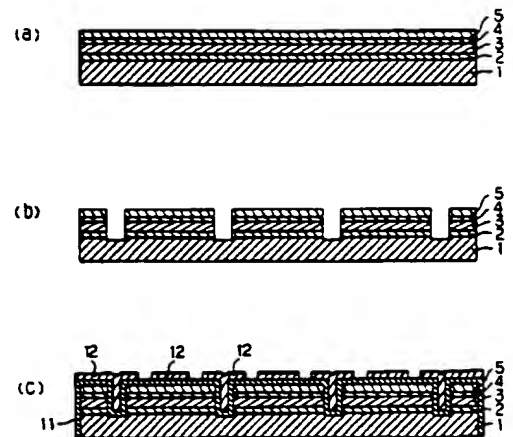
6

【図7】従来の発光ダイオードとリードフレームとの接合状態を示した部分縦断面図である。

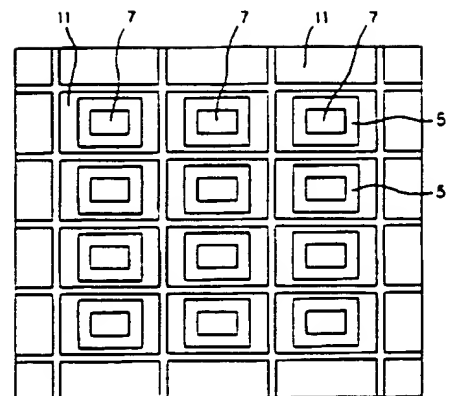
【符号の説明】

1-サファイヤ基板 2-バッファ層 3-高キャリア濃度 n^+ 層
 4-低キャリア濃度 n 層 5-i 層 7, 8-電極
 10-発光ダイオード

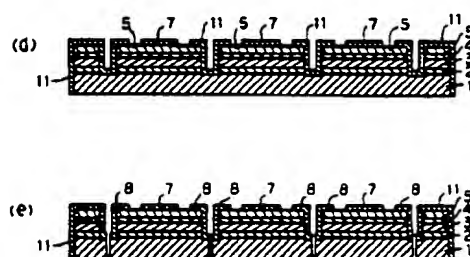
【図2】



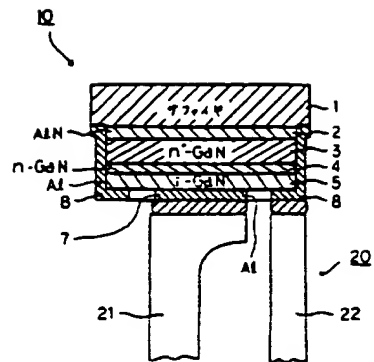
【図4】



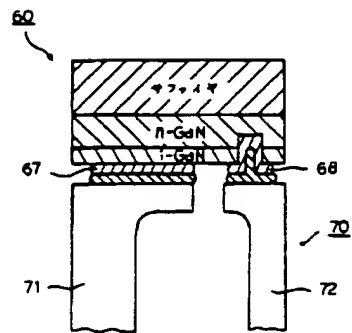
【図3】



〔図5〕



〔図7〕



〔図6〕

